

# Desain *Dual Fuel* LNG Carrier untuk Suplai Bahan Bakar LNG di Alur Pelayaran Barat Surabaya (APBS)

Gede Bayu Bandis Pratama, dan Hesty Anita Kurniawati

Departemen Teknik Perkapalan, Fakultas Teknologi Kelautan, Institut Teknologi Sepuluh Nopember (ITS)

e-mail: tita@na.its.ac.id

**Abstrak**—Kebutuhan masyarakat dunia akan sumber energi terus meningkat dari tahun ke tahun, baik bahan bakar minyak maupun gas. Saat ini bahan bakar minyak sudah banyak digantikan dengan bahan bakar gas seperti LNG dan LPG. LNG memenuhi sebagian besar persyaratan *emission control area* (ECA). Oleh karena itu, banyak pemilik kapal mulai beralih dari mesin diesel ke mesin *dual fuel*, maka dari itu dalam penelitian ini mengusulkan Desain *Dual Fuel* LNG Carrier untuk suplai bahan bakar LNG di alur pelayaran barat Surabaya, dengan adanya Kapal LNG Carrier ini dapat mempercepat dan meningkatkan fleksibilitas kapal untuk proses pengisian bahan bakar. Payload dari *Dual Fuel* LNG Carrier ini didapatkan berdasarkan data kunjungan kapal di Pelabuhan Tanjung Perak yang dihitung kebutuhan bahan bakar LNG untuk setiap harinya. Kemudian ditentukan ukuran tanki LNG yang sesuai untuk mencari ukuran utama kapal, sehingga didapatkan ukuran utama kapal dari *layout* tanki LNG type C 1500 m<sup>3</sup>. Setelah itu dilakukan perhitungan teknis berupa perhitungan berat, *trim*, *freeboard*, dan stabilitas. Ukuran utama yang didapatkan adalah Lpp = 52 m; B = 14,8 m; H = 6,2 m; T = 3,5 m. Tinggi *freeboard* minimum sebesar 613,08 mm, besarnya *tonnage* kapal adalah 1539,376 GT, dan kondisi stabilitas *Dual Fuel* LNG Carrier memenuhi kriteria *Intact Stability (IS)* Code Reg. III/3.1. Analisis ekonomis yang dilakukan adalah memperhitungkan biaya pembangunan (investasi), biaya operasional, serta estimasi *Breakeven Point* (BEP). Biaya pembangunan *Dual Fuel* LNG Carrier ini sebesar Rp. 37.837.629.171 dan estimasi BEP pada bulan ke-53 dengan estimasi pengambilan keuntungan bersih sebesar Rp 726.737.621,15. Penggunaan bahan bakar *dual fuel* (LNG dan MDO) jauh lebih hemat dibandingkan dengan menggunakan bahan bakar konvensional yaitu MDO.

**Kata Kunci**—Alur Pelayaran Barat Surabaya (APBS), *Dual Fuel*, LNG, MDO, LNG Carrier.

## I. PENDAHULUAN

ALUR Pelayaran Barat Surabaya merupakan akses untuk kapal-kapal yang akan menuju ke Pelabuhan Tanjung Perak, Teluk Lamong, Gresik, Madura dan sekitarnya. Sebagai jalur pelayaran yang sibuk dan berdasarkan data dari Pelindo III, lalu lintas kapal di Alur Pelayaran Barat Surabaya (APBS) dari tahun 2009-2015 selalu mengalami peningkatan. Pada tahun 2015 di pelabuhan Tanjung Perak terdapat kunjungan sekitar 14.039 kapal. Meningkatnya jumlah kunjungan kapal di Alur Pelayaran Barat Surabaya (APBS) akan berbanding lurus dengan polusi yang akan dihasilkan oleh gas buang dari

kapal, permintaan bahan bakar kapal, dan akomodasi pelabuhan. *International Maritime Organization* (IMO) memberlakukan regulasi lingkungan yang ketat mulai awal tahun 2015 lalu, dimana emisi SOx dan NOx dibatasi maksimal 0.1% untuk kawasan *Emmision Control Area* (ECA). Di luar ECA, regulasi IMO tersebut akan diberlakukan mulai tahun 2020, sesuai dengan MARPOL Annex VI terkait emisi (SOx dan NOx), dimana batas emisi yang dihasilkan oleh kapal tidak melebihi 0.50% m/m setelah 1 januari 2020 [1].

Tahun 2020 bukanlah waktu yang lama, sebagai negara eksportir LNG terbesar ke-5 dunia, dan pionir dalam industri LNG, sangat cukup bagi Indonesia untuk mempersiapkan industri pelayaran nasionalnya agar tidak kehilangan daya saing di rute internasional. Mengacu pada keadaan tersebut, banyak pemilik kapal mulai beralih dari mesin diesel ke mesin *dual fuel* [2]. Dengan adanya penggunaan mesin *dual fuel* pada kapal-kapal di Indonesia maka akan terjadi peningkatan permintaan bahan LNG yang akan mempengaruhi proses pengisian bahan bakar [3].

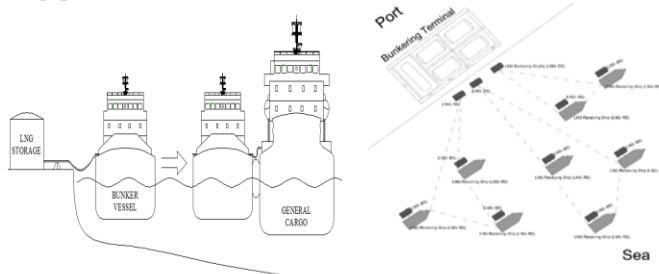
Penelitian ini mengusulkan desain *Dual Fuel* LNG Carrier untuk suplai bahan bakar LNG di alur pelayaran barat Surabaya sebagai media untuk suplai bahan bakar LNG, dengan adanya LNG Carrier ini dapat mempercepat dan meningkatkan fleksibilitas kapal untuk proses pengisian bahan bakar di alur pelayaran barat Surabaya.

## II. TINJAUAN PUSTAKA

### A. Metode Suplai LNG Bunkering Ship to Ship

Metode suplai bahan bakar LNG Ship to ship digunakan untuk suplai LNG ke kapal yang membutuhkan bahan bakar LNG dengan menggunakan Kapal LNG Carrier atau sering disebut juga dengan bunkering *suttle* dimana kapal ini dapat mengakomodasi operator kapal dengan atau tanpa berlabuh di daerah pelabuhan. Dengan menggunakan kapal ini dapat mengurangi waktu antrian operator kapal. Sebagai media untuk suplai bahan bakar LNG, kapal LNG Carrier ini dapat mempercepat dan meningkatkan fleksibilitas kapal untuk proses pengisian bahan bakar. Pengisian bahan bakar LNG dengan *ship to ship* dapat dilakukan sepanjang pelabuhan saat kapal itu bersandar. Selain itu, opsi pengisian bahan bakar dari kapal ke kapal juga dapat dilakukan saat di laut. Kapal LNG Carrier ini akan melakukan pengisian bahan bakar untuk kapal yang memerlukan berbahan bakar LNG. Kapal penerima

bahan bakar LNG dapat lego jangkar dimanapun dalam area alur pelayaran barat Surabaya (APBS) dan hanya menghubungi penyedia layanan LNG, dan memberi informasi dimana lokasi kapal, maka kapal LNG Carrier ini akan mencari posisi kapal yang akan menerima LNG lalu melakukan pengisian bahan bakar LNG ship to ship. Berdasarkan studi yang dilakukan, pengelompokan menurut jenis kapal, ukuran kapal dan rute kapal, dilakukan perhitungan konsumsi bahan bakar. Penelitian ini dilakukan dengan menggunakan simulasi ARENA versi 14.00 tahun 2012, konsumsi bahan bakar meningkat di Alur Pelayaran Barat Surabaya akan dipengaruhi oleh jenis kapal, ukuran kapal, rute kapal yang akan dituju, dan meningkatnya jumlah kapal mengunjungi setiap tahun. Menurut simulasi dari penelitian ini jumlah yang diperlukan LNG adalah  $1.445 \text{ m}^3$  [4].



Gambar 1. Skema Suplai Bahan Bakar LNG Ship to Ship

### B. Tinjauan Wilayah

Alur pelayaran Barat Surabaya yang membentang sepanjang selat sempit antara Pulau Jawa dan Pulau Madura. Kondisi alur yang sempit dengan kedalaman air yang dangkal, serta padatnya lalu lintas kapal yang akan menuju pelabuhan Tanjung Perak. membuat alur ini rawan akan kecelakaan kapal serta tidak dapat dilalui oleh kapal yang berukuran besar. Posisi pelabuhan tanjung perak yang berada di selat madura menyebabkan keterbatasan wilayah perairan pelabuhan yang dimiliki serta kondisi alur pelayaran yang relatif sempit dibandingkan pelabuhan-pelabuhan besar lainnya yang berhadapan dengan laut lepas. Alur Pelayaran Barat Surabaya (APBS) diawali dari buoy MPMT yang terletak pada posisi  $06^{\circ}45'00''\text{LS} / 112^{\circ}44'00''\text{BT}$  terus menyusuri selat madura ke selatan sampai pelabuhan Tanjung Perak pada posisi  $07^{\circ}11'54''\text{LS} / 112^{\circ}43'22''\text{BT}$ . Alur Pelayaran Barat Surabaya merupakan pintu masuk menuju Pelabuhan Tanjung Perak dan sekitarnya. Saat ini, kondisi APBS hanya memiliki lebar 100 meter dengan kedalaman 5 -8,5 mLWS. Serta hanya terdapat satu jalur perlintasan. Kapasitas APBS yang tersedia sebanyak 27.000 gerakan kapal. Padahal, pada tahun 2013 lalu tercatat 43.000 gerakan kapal di Pelabuhan Tanjung Perak dan sekitarnya. Keterbatasan lain yang dimiliki APBS Tanjung Perak adalah tidak mampu dilewati kapal dengan draft lebih dari 8,5 meter. APBS hanya mampu dilewati kapal curah kering 40.000 DWT, kapal tanker 40.000 DWT, kapal LNG 20.000 DWT, dan kapal petikemas 20.000 DWT [5].



Gambar 2. Kondisi Alur Pelayaran Barat Surabaya



Gambar 3. Rute Pelayaran

## III. ANALISIS TEKNIS

### A. Penentuan Payload

Proses penentuan *payload* didapatkan dari data Kantor Syahbandar Tanjung Perak Surabaya, data yang didapatkan yaitu data kapal yang masuk ke Pelabuhan Tanjung Perak untuk setiap harinya yang meliputi tipe kapal, ukuran utama kapal, serta tujuan pelayaran. Dari data ini selanjutnya dilakukan klasterisasi kapal berdasarkan DWT, lalu dilakukan perhitungan konsumsi bahan bakar LNG yang dibutuhkan di APBS, dengan mengasumsikan kapal-kapal ini menggunakan mesin *dual fuel*. Data kapal yang masuk di Pelabuhan Tanjung Perak yaitu data kapal pada tahun 2013-2016. Dalam penentuan LNG Fuel Consumption ini berdasarkan pada Power that produced by engine (KW), Fuel Gas Consumption (KJ/Kwh), dan waktu pelayaran kapal. Dengan asumsi mesin yang digunakan yaitu Engine Wartsila WL34DF [6], dari rumus  $FC = Bhp \times FGC \times t$ , maka besarnya LNG Fuel Consumption akan dapat dihitung yang berdasarkan besarnya DWT kapal dan rute pelayarannya.

Tabel 1.  
Total LNG Fuel Consumption di APBS

Kebutuhan Bahan Bakar LNG untuk Cargo Ship di APBS (m3)						
No	Time	Ship (900 ≥ size ≤ 3000 DWT)	Ship (3000 ≥ Size ≤ 8000 DWT)	Ship (8000 ≥ size ≤ 13000 DWT)	Ship (13000 ≥ size ≤ 18000 DWT)	Ship (18000 ≥ size ≤ 30000 DWT)
1	1 Hari	540,94	2920	1065	619	220
Total Konsumsi LNG per hari		5365 m3				

Kebutuhan Bahan Bakar LNG Passenger Ship di APBS Area (m3)						
No	Time	Ship (900 ≥ size ≤ 3000 DWT)	Ship (3000 ≥ Size ≤ 8000 DWT)	Ship (8000 ≥ size ≤ 13000 DWT)	Ship (13000 ≥ size ≤ 18000 DWT)	Ship (18000 ≥ size ≤ 30000 DWT)
1	1 Hari	102,48	808,59	1161,65	0,00	0,00
Total Konsumsi LNG per hari		2073 m3				

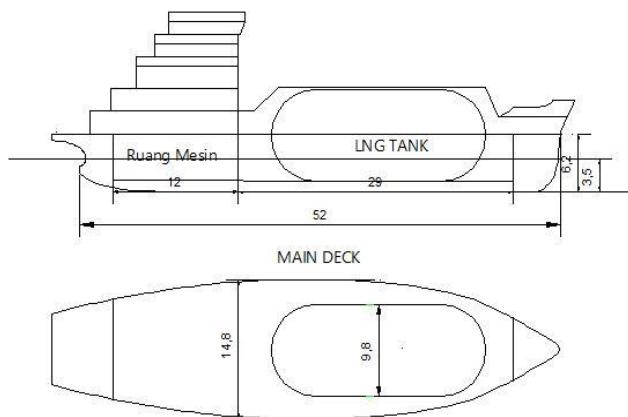
No	Time	Ship (900 ≥ size ≤ 3000 DWT)	Ship (3000 ≥ Size ≤ 8000 DWT)	Ship (8000 ≥ size ≤ 13000 DWT)	Ship (13000 ≥ size ≤ 18000 DWT)	Ship (18000 ≥ size ≤ 30000 DWT)
1	1 Hari	405	303	101	80	113
Total Konsumsi LNG per hari		1002 m3				

Pada Tabel 1 menunjukkan hasil perhitungan konsumsi bahan bakar LNG di APBS, maka didapatkan untuk kapal cargo kebutuhan bahan bakar LNG sebesar 5365 m<sup>3</sup>, untuk kapal penumpang sebesar 2073 m<sup>3</sup> dan kapal tanker sebesar 1002 m<sup>3</sup>. Jadi total kebutuhan bahan bakar LNG di APBS yaitu 8440 m<sup>3</sup>, nilai ini akan digunakan dalam penentuan *payload Dual Fuel LNG Carrier*.

Dalam penentuan *payload* dan desain kapal ini maka akan memperhatikan kondisi alur pelayaran dan kedalaman pelabuhan di daerah APBS, dari data dilapangan dan dari Kantor Syahbandar Tanjung Perak Surabaya, kondisi alur ini sangat padat akan pelayaran kapal dari dan menuju Pelabuhan Tanjung Perak, sehingga kapal ini harus didesain dengan memperhatikan ukuran kapal sehingga kapal ini lebih cepat dan fleksible dalam proses pengisian bahan bakar LNG. Karena akan menggunakan skenario *shuttle* dalam pengisian bahan bakar LNG, maka *payload* LNG Carrier sebesar 1500 m<sup>3</sup>. Akan digunakan 3 kapal, sehingga setiap kapal akan melakukan pengisian di LNG storage di darat sebanyak 2 kali.

### B. Ukuran Utama Kapal

Berdasarkan hasil *Payolad* yang didapatkan pada sub bab A dan dimensi tangki LNG type C yang akan digunakan dalam penentuan ukuran utama. Maka digambarkan layout awal kapal sebagai berikut:



Gambar 4. Layout Awal Kapal

Ukuran utama pada kapal ini ditentukan berdasarkan ukuran tangki LNG type C, dan kedalaman minimum alur. Sehingga didapatkan ukuran utama kapal sesuai dengan layout awal pada Gambar 4.1 sebagai berikut:

Lpp : 52 m  
Lwl : 54,08 m  
B : 14,8 m  
H : 6,2 m  
T : 3,5 m

Kemudian dilakukan pengecekan batasan - batasan ukuran utama sebagai berikut

$L/B = 3.514 \rightarrow 3.5 < L/B < 10$   
 $B/T = 4.229 \rightarrow 1.8 < B/T < 5$   
 $L/T = 14.857 \rightarrow 10 < L/T < 30$   
 $L/16 = 3.25 \rightarrow H > L/16$

Dari pengecekan batasan – batasan perbandingan ukuran utama tersebut dapat disimpulkan bahwa ukuran utama kapal memenuhi karena hasil perbandingan masuk dalam *range* yang telah ditentukan [7].

### C. Perhitungan Koefisien

Setelah didapatkan ukuran utama kapal awal, selanjutnya dilakukan perhitungan koefisien-koefisien kapal.

Cb : 0.704 V : 1973,65 m<sup>3</sup>  
 Cm : 0.986 Δ : 2022,99 ton  
 Cwp : 0.795  
 Cp : 0.715

### D. Perhitungan Hambatan dan Propulsi

Selanjutnya dilakukan perhitungan hambatan (Holtrop) dan propulsi kapal.

R<sub>T</sub> = 77,12 kN  
 EHP = 396,72 kW  
 DHP = 708,66 kW  
 BHP = 852,91 Kw

Dari perhitungan hambatan ini, maka digunakan engine Wartsila 20DF dengan daya 1110 Kw.

### E. Perhitungan LWT dan DWT

Pada perhitungan LWT terdapat 3 komponen yaitu berat baja, berat peralatan dan berat permesinan. Sedangkan DWT terdapat komponen *crew*, *consumable* dan *payload*.

Tabel 2.  
Hasil Perhitungan LWT dan DWT

LWT			
Berat Baja	=	832,925	ton
Berat Peralatan	=	337,56	ton
Berat Permesinan	=	75,784	ton
Total LWT	=	1513.149	ton
DWT			
Payload	=	675	ton
Berat Bahan Bakar	=	3.92	ton
Consumable Weight	=	16,87	ton
Total DWT	=	691,867	ton
LWT dan DWT	=	1938,183	ton
Displasemen (Design)	=	2022,99	ton
Margin	=	4,38	%

### F. Perhitungan Tonase Kapal

Tonase kapal merupakan perhitungan volume semua ruangan yang terletak di bawah geladak kapal ditambah dengan volume ruangan tertutup yang terletak di atas geladak ditambah dengan isi ruangan beserta semua ruangan tertutup yang terletak di geladak paling atas (*superstructure*).

GT = 1539,376 ton

NT = 463,27 ton

### G. Perhitungan Trim

Perhitungan trim dilakukan untuk mengetahui apakah kapal mengalami trim buritan atau trim haluan, dimana kondisi kapal akan berubah secara otomatis akibat perubahan kondisi pemuatan. Pemeriksaan trim ini mengacu pada SOLAS Reg. II/7, dimana kondisi trim maksimum yang diperbolehkan adalah 0.5% Lpp.

Tabel 3.  
Rekapitulasi Batasan Trim

No	Load Case	Batasan	Nilai	Status
1	LC I	0,26	0,196	Diterima
2	LC II	0,26	0,249	Diterima
3	LC III	0,26	0,206	Diterima
4	LC IV	0,26	0,189	Diterima
5	LC V	0,26	0,215	Diterima
6	LC VI	0,26	0,196	Diterima
7	LC VII	0,26	0,233	Diterima
8	LC VIII	0,26	0,241	Diterima

Dari tabel 3 pemeriksaan *Trim* sesuai *load case* yang telah ditentukan sudah memenuhi kriteria.

### H. Perhitungan Freeboard

Perhitungan *freeboard* ini berdasarkan aturan yang terdapat pada *International Convention on Load Lines 1966 and Protocol of 1988 (ICLL 1966)*. Perhitungan ini disesuaikan dengan tipe kapal, dimana untuk LNG carrier ini merupakan kapal tipe A.

Tabel 4.  
Rekapitulasi Freeboard

Rekapitulasi Freeboard			
No	Item	Hasil	Satuan
1	Tipe Kapal	Tipe A	
2	Freeboard Standard	467	mm
3	Koreksi-Koreksi		
	Koreksi depth	703,58	mm
	Koreksi Cb	407,46	mm
	Koreksi Bangunan Atas	-90,48	mm
	Koreksi Sheer	0	mm
	Freeboard Total	613,08	mm
	Actual Freeboard	2700	mm

### I. Perhitungan Stabilitas

Pemeriksaan kondisi dilakukan guna mengetahui karakteristik kapal untuk setiap kondisi pemuatan yang berbeda (*loadcase*). Untuk mengetahui kriteria stabilitas dipenuhi atau tidak maka perhitungan stabilitas dilakukan dengan bantuan software *Maxsurf Stability Enterprise Education Version*. Kriteria stabilitas yang digunakan dalam

perhitungan *software* adalah IS Code 2008. Banyaknya *loadcase* yang dihitung sama dengan *loadcase* pada perhitungan trim [8].

Berikut *loadcase* yang harus dihitung kondisi trimnya:

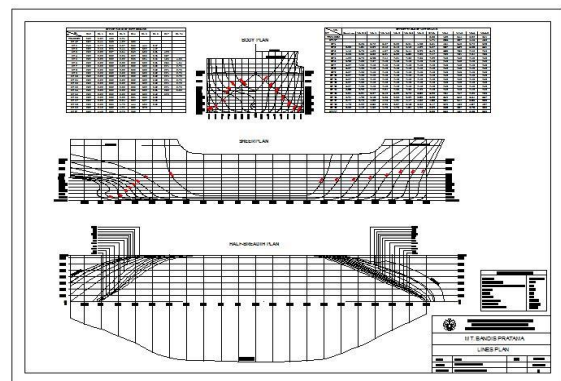
- Loadcase I adalah tangki bahan bakar berisi 100% dan tangki muatan 100%.
- Loadcase II adalah tangki bahan bakar berisi 70% dan tangki muatan 70%.
- Loadcase III adalah tangki bahan bakar berisi 50% dan tangki muatan 50%.
- Loadcase IV adalah tangki bahan bakar berisi 30% dan tangki muatan 30%.
- Loadcase V adalah tangki bahan bakar berisi 10% dan tangki muatan 10%.
- Loadcase VI adalah tangki bahan bakar berisi 10% dan tangki muatan 0%.
- Loadcase VII adalah tangki bahan bakar berisi 70% dan tangki muatan 50%.
- Loadcase VIII adalah tangki bahan bakar berisi 50% dan tangki muatan 25%.

Tabel 5.  
Rekapitulasi Stabilitas Kapal

Data	$e_{0-30^{\circ}}$ (m.deg)	$e_{0-40^{\circ}}$ (m.deg)	$e_{30-40^{\circ}}$ (m.deg)	$h_{30^{\circ}}$ (m.deg)	$\theta_{max}$ (deg)	GM <sub>0</sub> (m)
Loadcase 1	34,9079	64,7159	29,808	3,65	60	1,88
Loadcase 2	35,3674	65,4063	30,0389	3,752	61,8	1,829
Loadcase 3	37,0772	68,3725	31,2953	3,94	62,7	2,002
Loadcase 4	37,7749	69,5489	31,774	4,019	63,6	2,15
Loadcase 5	37,9334	69,5489	31,9751	4,055	63,6	2,189
Loadcase 6	37,4256	69,0245	31,5989	4,008	63,5	2,213
Loadcase 7	37,4746	68,8639	31,4698	3,956	62,7	1,958
Loadcase 8	38,4746	70,7643	32,2897	4,083	62,7	2,119
Criteria Intact Stability	$\geq 3,1513$	$\geq 5,1566$	$\geq 1,7189$	$\geq 0,2$	$\geq 15$	$\geq 0,15$
Kondisi	OK	OK	OK	OK	OK	OK

### J. Desain Rencana Garis

Desain Rencana Garis yang dibuat harus memperhatikan dengan kriteria teknis dari perhitungan teknis yang telah dilakukan sebelumnya. Berikut merupakan hasil desain Rencana Garis :



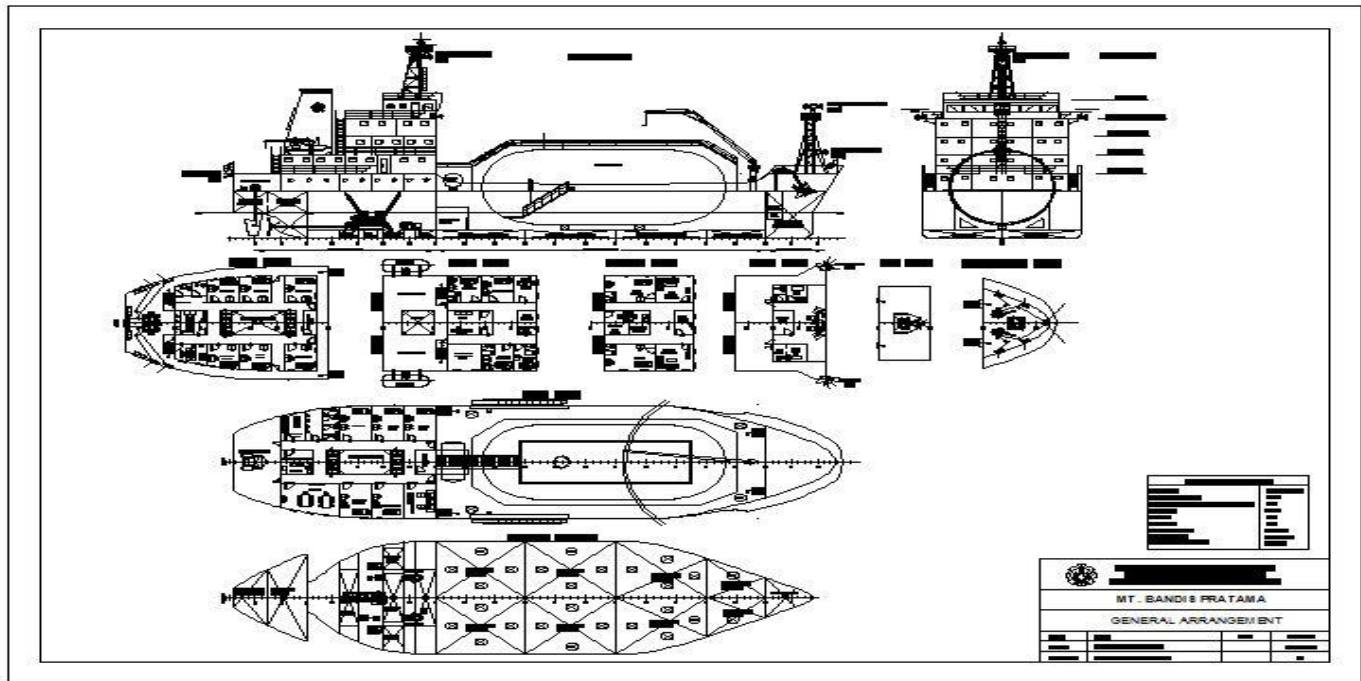
Gambar 5. Lines Plan Dual Fuel LNG Carrier



### K. Desain General Arrangement

Desain *General Arrangement* yang dibuat harus memperhatikan perencanaan dan pembagian ruang untuk kebutuhan kapal. *General Arrangement* dibuat berdasarkan Rencana Garis yang telah dibuat sebelumnya. Dengan

Rencana Garis, secara garis besar bentuk badan kapal akan terlihat serta menentukan pembagian ruangan sesuai dengan regulasi dan fungsinya. Berikut merupakan hasil desain *General Arrangement*:



Gambar 6. *General Arrangement Dual Fuel LNG Carrier*

### L. Permodelan 3 Dimensi

Permodelan 3 Dimensi yang dilakukan dengan menggunakan perangkat lunak *maxurf* dan *SketchUp 2015* dan didapatkan gambar sebagai berikut.



Gambar 7. Permodelan 3 Dimensi *Dual Fuel LNG Carrier*

\$ Steel Plate = \$594.708,639

% Total Cost = 21 %

Berikut merupakan estimasi biaya pembangunan LNG Carrier :

Tabel 6.  
Biaya Pembangunan

Detail	%	Cost(\$)
Hull Part	35,30	\$999.676,90
Machinery Part	23,00	\$651.347,56
Electric Part	8,20	\$232.219,56
Construktion	20,00	\$556.389,18
Launching ang Testing	1,00	\$28.319,46
Inspection, Survey and Sertification	1,00	\$28.319,46
Design	3,00	\$84.958,38
Order	3,50	\$28.319,46
Margin	5,00	\$222.395,94
Total	100,00	\$2.831.945,90

## IV. ANALISIS EKONOMIS

### A. Biaya Pembangunan Kapal

Besar biaya pembangunan ditentukan dengan persentase biaya pembangunan berdasarkan modul Estimasi Harga Pembangunan Kapal Baru (PERTAMINA, 2007) dengan menghitung biaya berat *Steel Weight* sebagai acuan [9]

$$\text{\$ Steel Plate} = W_s \times UP_s$$

$$W_s = 832,95 \text{ ton}$$

$$UP_s = \text{Unit Price Baja}$$

$$= \$714.0 / \text{ton (SteelBenchmarker, May 23, 2016)}$$

Dari rincian estimasi biaya pembangunan di atas, maka diketahui estimasi biaya pembangunan total sebesar 2.831.945,90 USD. Kurs jual USD terhadap Rupiah menurut indeks mata uang Bank Indonesia per tanggal 28 Mei 2017 sebesar Rp13.361,00. Maka estimasi biaya pembangunan total dalam Rupiah sebesar. Rp 37.837.629.171

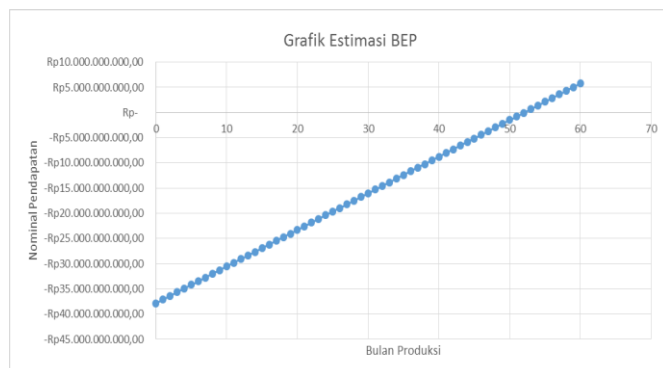
Kemudian dilakukan perhitungan untuk mengetahui titik balik modal atau *breakeven point* dari operasional Kapal Destilator *Crude Oil* dengan mempertimbangkan suku bunga

pinjaman bank yang dikutip dari Bank BNI (12,5%), biaya operasional, Biaya Gaji karyawan yang telah disesuaikan dengan gaji karyawan Pertamina Hulu *Offshore*, biaya perawatan sebesar 10%, biaya asuransi 2% dan pajak usaha 25%, biaya takterduga 5%. Sehingga dapat ditentukan keuntungan bersih dari hasil laba penjualan LNG dikurangi dengan faktor yang telah disebutkan diatas sehingga dapat dituliskan dalam tabel 7:

Tabel. 7.  
Estimasi Keuntungan Bersih

Item	Nominal
Biaya Investasi	Rp 37.837.629.170,50
Modal Bank 70%	Rp 26.486.340.419,35
Hutang perbulan bunga 12.5%	Rp 55.179.875,87
Keuntungan kotor	Rp 7.179.543.448,67
Biaya Operasional (Gaji)	Rp 460.000.000,00
Biaya perawatan	Rp 3.783.762.917,05
Biaya Takterduga 5 %	Rp 358.977.172,43
Pajak penghasilan Usaha 25%	Rp 1.794.885.862,17
Keuntungan Bersih	<b>Rp 726.737.621,15</b>

Berdasarkan tabel 7 didapatkan nilai keuntungan bersih perbulan adalah Rp. 726.737.621,15 sehingga nominal ini digunakan untuk menghitung BEP dengan mengakumulasikan biaya investasi dan keuntungan bersih per bulan. Berikut adalah grafik BEP yang digambarkan pada Gambar 8.



Gambar 8. Grafik Estimasi Breakeven Point

## V. KESIMPULAN DAN SARAN

Dari analisis yang telah dilakukan, dapat disimpulkan ;

1. Penentuan *payload Dual Fuel LNG Carrier* berdasarkan kebutuhan konsumsi bahan bakar LNG di Alur Pelayaran Barat Surabaya untuk setiap harinya. Dari data tersebut, kemudian dibuat *layout* awal dan didapatkan *payload* 1500 m<sup>3</sup>.
2. Ukuran Utama *Dual Fuel LNG Carrier* yang didesain yaitu:
  - Lpp (Panjang) = 52 m
  - B (Lebar) = 14,8 m
  - H (Tinggi) = 6,2 m
  - T (Sarat) = 3,5 m
 Desain *Lines Plan*, *General Arrangement*, telah dibuat.
3. Perhitungan teknis dan ekonomis yang dilakukan telah memenuhi.

- Sesuai dengan perhitungan yang telah dilakukan kondisi trim buritan diterima karena selish *LCG* dan *LCB* kurang dari 0.5 % dari Lpp kapal yaitu 0.26.
  - Perhitungan lambung timbul yang telah dilakukan menghasilkan batasan lambung timbul sebesar 613,08 mm, sedangkan lambung timbul kapal sebenarnya adalah 2700 mm. Sehingga perhitungan lambung timbul diterima.
  - Perhitungan stabilitas yang dilakukan menggunakan acuan regulasi dari *IMO IS Code 2008*. Hasil yang didapatkan semua parameter stabilitas telah diterima.
  - Dari perhitungan didapatkan *gross tonnage* sebesar 1539,376 ton dan *net tonnage* sebesar 463,27 ton.
  - Berdasarkan Analisis Ekonomis yang dilakukan, didapatkan biaya investasi pembangunan *Dual Fuel LNG Carrier* sebesar Rp 37.837.629,171 Estimasi keuntungan bersih perbulan adalah sebesar Rp 726.737.621,15. NPV sebesar Rp 735.538.497,09 dan IRR 13,5 %, dari hasil ini maka proyek ini layak untuk dilakukan. Penggunaan bahan bakar *dual fuel* (LNG dan MDO) lebih hemat 70% dibandingkan dengan menggunakan bahan bakar *konvensional* yaitu MDO. Pengeluaran setiap hari untuk sistem dual fuel yaitu sebesar Rp 35.419.413, dan untuk konvensional sebesar Rp 116.960.000.
4. Desain 3D model telah dibuat dan dilampirkan pada lampiran.

## DAFTAR PUSTAKA

- [1] H. A. Kurniawati, *Statutory Regulation*. Surabaya, 2013.
- [2] A. Fitriana, "Tinjauan Teknis Ekonomis Pemakain Dual Fuel pada Tug Boat PT. Pelabuhan Indonesia II," *Publ. Ilm. Online ITS*, vol. 2, no. 1, 2013.
- [3] Kompasiana, "Indonesia Pasar Energi yang Tumbuh Pesat di Indonesia," *Kompasiana*, 2014. [Online]. Available: [http://www.kompasiana.com/hanannugroho/indonesia-pasar-energi-yang-tumbuh-cepat-di-asia\\_54f791d7a33311a3738b477b](http://www.kompasiana.com/hanannugroho/indonesia-pasar-energi-yang-tumbuh-cepat-di-asia_54f791d7a33311a3738b477b).
- [4] I. . Ngurah Agastana, "Conceptual Design of LNG Bunkering Shuttle in Surabaya West Access Channel (SWAC)," *Publ. Ilm. Online ITS*, vol. 5, no. 2, 2016.
- [5] M. Jatim, "Revitalisasi Pelabuhan Panjung Perak," *Map jatim*, 2012. [Online]. Available: <http://www.mappijatim.or.id/ragam-berita/revitalisasi-pelabuhan-tanjung-perak-telan-rp-6935-miliar.html>.
- [6] Wartsila, "Wartsila," *Wartsila*, 2016. [Online]. Available: <http://www.wartsila.com>.
- [7] E. V Lewis, *Principle of Naval Architecture (2nd ed., Vol. 2)*. Jersey: SNAME, 1988.
- [8] I. S. (IS) Code, *Intact Stability for All Types of Ships Covered by IMO Instruments Resolution A.749(18). Ch. III/3.5*.
- [9] PERTAMINA, *Estimasi Harga Pembangunan Kapal Baru*. 2007.